

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semester Cuti Panjang  
Sidang Akademik 2002/2003

April 2003

**IEK 206 – OPERASI UNIT III**

Masa : 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN mukasurat (termasuk tiga keping Lampiran) yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab LIMA (5) soalan. Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Suatu larutan detergen yang mengandung zarah-zarah  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang berketumpatan  $\rho_p = 1460 \text{ kg/m}^3$  akan dijernihkan melalui proses pengemparan. Ketumpatan larutan detergen  $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ , dan kelikatannya  $0.10 \text{ kg/m.s}$ . Mangkuk pengempar mempunyai  $r_2 = 0.0222 \text{ m}$ ,  $r_1 = 0.00714 \text{ m}$ , dan tingginya  $b = 0.197 \text{ m}$ . Hitungkan diameter genting zarah  $D_{pc}$  di dalam arus keluar jika  $n = 22500 \text{ rpm}$  dan kadar aliran ialah  $0.002835 \text{ m}^3/\text{h}$ .  $\omega = 2\pi n/60 \text{ rad/s}$ .

Untuk hukum Stokes:

$$u_t = \omega^2 r_2 (\rho_p - \rho) D_{pc}^2 / 18\mu \quad q_c = \omega^2 (\rho_p - \rho) D_{pc}^2 V / \{18\mu \ln[2r_2/(r_1+r_2)]\}$$

Untuk hukum Newton:

$$u_t = [\omega^2 r_2 (\rho_p - \rho) D_{pc} / 0.33\rho]^{1/2}$$
$$q_c = [\omega^2 (\rho_p - \rho) D_{pc} / 0.33\rho]^{1/2} [\pi b (r_2^2 - r_1^2)] / \{2[\sqrt{r_2} - \sqrt{(r_1+r_2)/2}]\}$$

(50 markah)

- (b) Satu sampel udara-wap air mempunyai suhu mentol kering  $50^\circ\text{C}$  dan kelembapan  $0.025 \text{ kg/kg}$  udara kering pada  $1 \text{ atm}$ . Dapatkan

- (i) kelembapan peratusan;
- (ii) kelembapan selepas penepuan;
- (iii) kelembapan molal;
- (iv) tekanan separa wap air;
- (v) takat embun;
- (vi) isipadu lembap;
- (vii) haba lembap;
- (viii) entalpi.

(50 markah)

2. Satu campuranlikat diturunkan di dalam satu penekan plat dan rangka yang mengandungi 12 rangka, setiapnya 1 ft<sup>2</sup> dan tebalnya 1 in. Dalam 3 minit yang pertama, tekanan penurasan ditingkatkan beransur-ansur hingga nilai akhirnya pada 60 lb<sub>f</sub>/in<sup>2</sup> dan kadar penurasan dalam tempoh ini adalah malar. Selepas tempoh awal, penurasan dijalankan pada tekanan malar dan kek turas telah dibentuk dengan sempurna dalam 15 minit selanjutnya.

Satu sampel campuranlikat telah terlebih dahulu diuji dengan menggunakan penuras daun vakum yang mempunyai permukaan turas ½ ft<sup>2</sup> dan kejatuhan tekanan adalah malar pada 9.8 lb<sub>f</sub>/in<sup>2</sup>. Isipadu turasan yang diperolehi dalam 5 minit permulaan ialah 250 cm<sup>3</sup> dan selepas 5 minit selanjutnya, isipadu tambahan 150 cm<sup>3</sup> telah didapati. Anggapkan bahawa kek turas adalah taktermampatkan dan rintangan kain turas di dalam penekan plat adalah sama dengan yang di dalam penuras daun.

- (a) Hitungkan parameter L'/W dan parameter  $\mu\alpha W$ ;
- (b) Hitungkan Jumlah isipadu turasan;
- (c) Hitungkan kadar penurasan akhir.

Untuk penurasan kadar malar,

$$(V - V_o)/(t - t_o) = A^2(-\Delta p)/[\mu\alpha W(V + L'AW)]$$

Untuk penurasan tekanan malar,

$$(V^2 - V_o^2)/2 + L'A(V - V_o)/W = A^2(-\Delta p)(t - t_o)/(\mu\alpha W)$$

(100 markah)

3. Satu pepejal basah yang mengandungi lembapan 0.35 kg/kg (dasar kering) dikeringkan sehingga lembapan 0.10 kg/kg dalam tempoh masa 5 jam dalam keadaan pengeringan malar. Kandungan lembapan keseimbangan  $W_e$  ialah 0.04 kg/kg dan kandungan lembapan genting  $W_c$  ialah 0.14 kg/kg. Anggapkan bahawa kadar pengeringan kejatuhan adalah linear  $R = k(W - W_e)$ . Berapa lamakah diperlukan untuk menurunkan kandungan lembapan pepejal yang sama dari 0.35 lembapan hingga 0.06 lembapan dalam keadaan pengeringan yang sama?

$$R = - (L/A)dW/dt \quad [dW/(W - W_e) = \ln[(W_2 - W_e)/(W_1 - W_e)]]$$

Sindiran: Kirakan parameter  $L/AR_c$ .

(100 markah)

4. Satu turus rektifikasi selanjut disuapkan dengan satu campuran yang mengadungi 60.0 % mol asid laurik,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$ , dan 40.0 % mol asid miristik,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$ , pada kadar 2.0 kg-mol/s. Campuran tersebut akan dipisahkan menjadi satu produk penyulingan (hasil atas) yang mengandungi 90.0 % mol asid laurik dan satu hasil bawah yang mengandungi 85.0 % mol asid miristik. Campuran disuapkan pada takat gelembungnya. Data keseimbangan wap-cecair bagi benzena adalah seperti berikut:

x (pecahan mol asid laurik di dalam cecair):

0.0 0.034 0.100 0.211 0.339 0.435 0.598 0.788 1.0

y (pecahan mol asid laurik di dalam fasa wap):

0.0 0.086 0.230 0.421 0.585 0.681 0.807 0.914 1.0

- (a) Hitungkan beratnya hasil penyulingan dan hasil bawah. Berat molekul bagi asid laurik = 200.33, bagi asid miristik = 228.38;
- (b) Lukiskan lengkungan kesimbangan bagi asid laurik;
- (c) Jika nisbah refluks ialah 1.9, dapatkan bilangan plat teoretis dan kedudukan plat suap.

Garis q:  $y = -qx/(1 - q) + x_F/(1 - q)$

Garis-garis operasi:  $y_{n+1} = \{R_D/(R_D + 1)\}x_n + x_D/(R_D + 1)$

$y_{m+1} = \{L/(L-B)\}x_m - Bx_B/(L-B)$

(100 markah)

5. Dikehendaki menyerap 90 % ammonia daripada satu campurannya dengan udara yang mengandungi 5 % mol ammonia di dalam udara di dalam satu turus plat penyerapan aruslawan. Campuran gas memasuki turus dari bawah pada kadar 25 kg-mol/h. Kadar aliran air tulen dari atas ialah 85 kg-mol air/h. Perhubungan keseimbangan untuk ammonia dalam wap-cecair ialah  $y = x$ . Berapakah plat teoretis dikehendaki ?

Garis operasi:  $y_{n+1} = (L_n/V_{n+1})x_n + (V_a y_a - L_a x_a)/V_{n+1}$

(100 markah)

6. Jadual berikut memberikan data keseimbangan wap-cecair bagi karbon disulfida dari campurannya dengan karbon tetraklorida semasa penyulingan:

x	0	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
y	0	0.445	0.65	0.795	0.91	1.00

Kepekatan suap  $x_F = 0.45$

Suap adalah campuran 2/3 wap dan 1/3 cecair ( $q = 1/3$ )

Ketulenan produk atas = 99% mol

Peratusan karbon disulfida di dalam cecair sisa (bawah) = 1% mol

- (a) Lukiskan gambarajah keseimbangan wap-cecair bagi sistem ini;
- (b) Tentukan nisbah refluks minimum;
- (c) Jika nisbah refluks ialah 2.0 kali nisbah refluks minimum, tentukan bilangan plat teoretis dan kedudukan plat suap.

(100 markah)

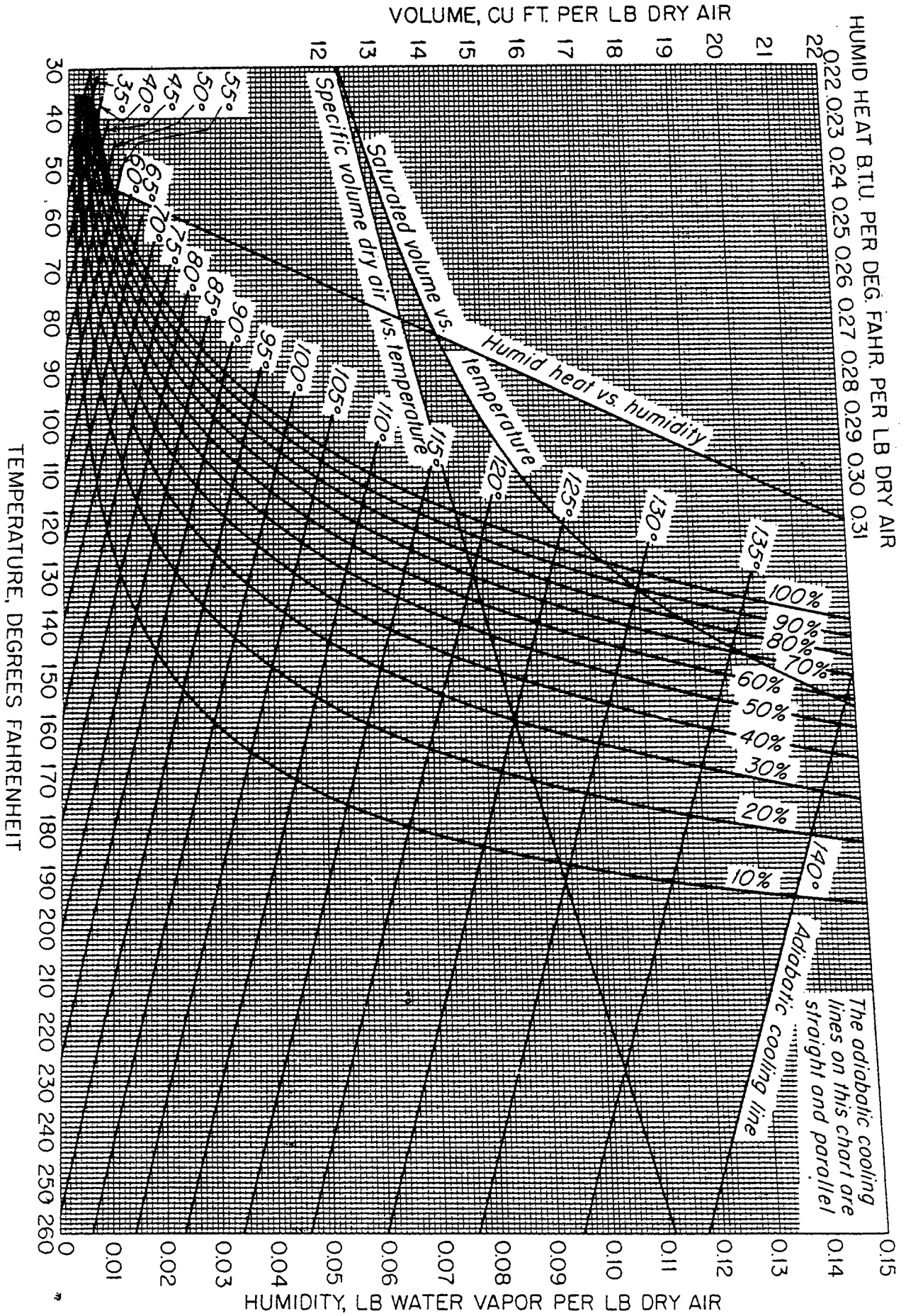
# - 6 - CONVERSION FACTORS AND CONSTANTS OF NATURE

IEK 206

LAMPIRAN

To convert from	To	Multiply by†
acre	ft <sup>2</sup>	43,560*
	m <sup>2</sup>	4046.85
atm	N/m <sup>2</sup>	1.01325* × 10 <sup>5</sup>
	lb <sub>f</sub> /in. <sup>2</sup>	14.696
Avogadro number	particles/g mol	6.022169 × 10 <sup>23</sup>
barrel (petroleum)	ft <sup>3</sup>	5.6146
	gal (U.S.)	42*
	m <sup>3</sup>	0.15899
bar	N/m <sup>2</sup>	1* × 10 <sup>5</sup>
	lb <sub>f</sub> /in. <sup>2</sup>	14.504
Boltzmann constant	J/K	1.380622 × 10 <sup>-23</sup>
Btu	cal <sub>IT</sub>	251.996
	ft-lb <sub>f</sub>	778.17
	J	1055.06
	kWh	2.9307 × 10 <sup>-4</sup>
Btu/lb	cal <sub>IT</sub> /g	0.55556
Btu/lb-°F	cal <sub>IT</sub> /g-°C	1*
Btu/ft <sup>2</sup> -h	W/m <sup>2</sup>	3.1546
Btu/ft <sup>2</sup> -h-°F	W/m <sup>2</sup> -°C	5.6783
	kcal/m <sup>2</sup> -h-K	4.882
Btu-ft/ft <sup>2</sup> -h-°F	W-m/m <sup>2</sup> -°C	1.73073
	kcal/m-h-K	1.488
cal <sub>IT</sub>	Btu	3.9683 × 10 <sup>-3</sup>
	ft-lb <sub>f</sub>	3.0873
	J	4.1868*
cal	J	4.184*
cm	in.	0.39370
	ft	0.0328084
cm <sup>3</sup>	ft <sup>3</sup>	3.531467 × 10 <sup>-5</sup>
	gal (U.S.)	2.64172 × 10 <sup>-4</sup>
cP (centipoise)	kg/m-s	1* × 10 <sup>-3</sup>
	lb/ft-h	2.4191
	lb/ft-s	6.7197 × 10 <sup>-4</sup>
cSt (centistoke)	m <sup>2</sup> /s	1* × 10 <sup>-6</sup>
faraday	C/g mol	9.648670 × 10 <sup>4</sup>
ft	m	0.3048*
ft-lb <sub>f</sub>	Btu	1.2851 × 10 <sup>-3</sup>
	cal <sub>IT</sub>	0.32383
	J	1.35582
ft-lb <sub>f</sub> /s	Btu/h	4.6262
	hp	1.81818 × 10 <sup>-3</sup>
ft <sup>2</sup> /h	m <sup>2</sup> /s	2.581 × 10 <sup>-3</sup>
	cm <sup>2</sup> /s	0.2581
ft <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	2.8316839 × 10 <sup>4</sup>
	gal (U.S.)	7.48052
	L	28.31684
ft <sup>3</sup> -atm	Btu	2.71948
	cal <sub>IT</sub>	685.29
	J	2.8692 × 10 <sup>3</sup>
ft <sup>3</sup> /s	gal (U.S.)/min	448.83
gal (U.S.)	ft <sup>3</sup>	0.13368
	in. <sup>3</sup>	231*
gravitational constant	N-m <sup>2</sup> /kg <sup>2</sup>	6.673 × 10 <sup>-11</sup>
gravity acceleration, standard	m/s <sup>2</sup>	9.80665*
h	min	60*
	s	3600*
hp	Btu/h	2544.43
	kW	0.74624
hp/1000 gal	kW/m <sup>3</sup>	0.197
in.	cm	2.54*
in. <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	16.3871
J	erg	1* × 10 <sup>7</sup>
	ft-lb <sub>f</sub>	0.73756
kg	lb	2.20462
kWh	Btu	3412.1
L	m <sup>3</sup>	1* × 10 <sup>-3</sup>
lb	kg	0.45359237*
lb/ft <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	16.018
	g/cm <sup>3</sup>	0.016018
lb <sub>f</sub> /in. <sup>2</sup>	N/m <sup>2</sup>	6.89473 × 10 <sup>3</sup>
lb mol/ft <sup>2</sup> -h	kg mol/m <sup>2</sup> -s	1.3562 × 10 <sup>-3</sup>
	g mol/cm <sup>2</sup> -s	1.3562 × 10 <sup>-4</sup>
light, speed of	m/s	2.997925 × 10 <sup>8</sup>
m	ft	3.280840
	in.	39.3701
m <sup>3</sup>	ft <sup>3</sup>	35.3147
	gal (U.S.)	264.17
N	dyn	1* × 10 <sup>5</sup>
	lb <sub>f</sub>	0.22481
N/m <sup>2</sup>	lb <sub>f</sub> /in. <sup>2</sup>	1.4498 × 10 <sup>-4</sup>
Planck constant	J-s	6.626196 × 10 <sup>-34</sup>
proof (U.S.)	percent alcohol by volume	0.5†
ton (long)	kg	1016
	lb	2240*
ton (short)	lb	2000*
ton (metric)	kg	1000*
	lb	2204.6
yd	ft	3*
	m	0.9144*

† Values that end in an asterisk are exact, by definition.



Figure

Psychrometric chart for air-water vapor, 1 std atm abs, in SI units.

